技術のページ

コミッショニング事始め（20）

性能検証報告書(2)、最終性能検証報告から継続性能検証へ

中原信生　(NESTEC)

最終性能検証報告書

受託したコミッショニングフェーズの業務を終えるに当たって、最終報告書を作成して発注者に提出する。まとめ方は性能検証経過報告書の提出形態と関係し、契約期間の長さ、契約の節目、内容によって異なる。典型的な例を述べると以下の通りである。

(1)　単年度以内の契約の場合

経過報告書が存在してもせいぜい月間、期間単位の経過報告ではコミッショニングの詳細には入り込めないであろうから、年度末或いは契約期間末に、作成した、前回述べたような内容のコミッショニング文書を含め、プロセス処理の経過と竣工後の（或いはコミッショニングの有無を問わず次フェーズへの)課題の申し送り事項、性能検証の必要事項などをとりまとめる。竣工後の継続性能検証、或いは未契約の次フェーズのコミッショニング業務に対する積極的な発言は、業務として実るか否かは別として、ビルシステムのライフサイクル性能管理の視点から重要なことで有り、コミッショニング事業者による発注者に対する啓蒙の役割を担う。前回紹介したYビルの施工フェーズのコミッショニング業務がまさにこの好例で有り、初めての経験でもあって規範文書となるよう心がけたので参考にして頂けると思う。表１に目次を示す。

(2)　フェーズごとの契約の場合

当然複数年度に亘るプロジェクトで、フェーズごとに契約が交わされた場合(実行程が若干ずれてもフェーズ単位で年度ごとに契約を交わす例を含む)は、検収文書としてフェーズごとに性能検証経過報告書が、最終性能検証報告書のレベルの詳細度で提出されているはずである。その場合は全フェーズ分をバインドしたものに全体目次と全体概要、そして継続コミッショニングへの助言(これは最終フェーズの経過報告書に含まれていることも考えられる)を添付したものを作成して提出するか、そこまでの要求が無い場合はこの付加文書だけをシステムマニュアル提出時に併せて作成しておくことが望ましい。これについても前回までに折に触れて紹介したCKKビルの設計フェーズ以降のコミッショニング業務が好例で有り、各フェーズの性能検証(経過)報告書の目次を表2に示す。

表１　Ｙビル性能検証報告書目次

1.　性能検証(コミッショニング)過程概要
　1.2　性能検証基本工程表
　1.3　性能検証作業の要綱
2．性能検証計画書
3．性能検証実施工程
4．　性能検証の実行概要
　4.1　性能検証チームの組織化
　4.2　検証会議と情報連絡体制
　4.3　立ち上がり時点の作業概要
　4.4　過程と会議進行表
　4.5　性能検証検討事項一覧表
　4.6　実施･決定･確認事項一覧表
5．企画段階の事後性能検証
　5.1　発注企画要望書
　5.2　設計趣意書
6．設計段階の事後性能検証
　6.1　検証の方法
　6.2　設計図書構成に関する性能検証
　6.3　設計プロセスの性能検証
　6.4　設計内容の性能検証
　6.5　自動制御設計図(管理文書兼用)の作成
7．施工段階の性能検証
　7.1　工事管理計画の検証
　7.2　性能検証項目リスト
　7.3　施工図チェックリストによる性能検証
　7.4　メンテナビリティー(保守性能)の検証
　7.5　機器仕様に関する各種の技術的問題点の検討結果
8．受渡し段階のＴＡＢ(試験調整)
　8.1　ＴＡＢの実施
　8.2　ＴＡＢ確認
　8.2　ＴＡＢ検証プロセスに関する考察
9．受渡し段階性能検証(機能性能試験、事務室系統)
　9.1　機能性能試験の考え方と方法
　9.2　検証システム
　9.3　検証項目と手順
　9.4　検証結果例
　9.5　性能検証結果の検討･評価のプロセス
　9.6　故障見地･診断の試み
10.　受渡しに関する性能検証
　10.1　竣工図書類の確認
　10.2　性能検証報告書とシステムマニュアルについて
　10.3　保守管理の指針
　10.4　不具合対策指針
　10.5　教育･訓練教程
11.　再性能検証(既設機能性能試験
　11.1　受け渡し後検証の目的
　11.2　受け渡し後段階の検証の手順とスケジュール
　11.3　性能検証事例
　11.4　エネルギー性能の検証
　11.5　BEMS 援用性能検証の評価と必要とする機能
12.　作業量分析
　12.1　作業時間管理
　12.2　作業時間集計
　12.3　コストと CA 料率の試算
13.　総括と提言
　13.1　企画・設計図書とコミッショニング文書
　13.2　施工・TAB とコミッショニング
　13.3　コミッショニングの周辺
　13.4　国際的動向

付録

付録-1　性能検証計画書(最終版)
付録-2　各種実施工程表
付録-3　性能検証検討事項一覧表
付録-4　決定･実施･確認事項一覧表
付録-5　発注者企画要望書
付録-6　設計趣意書
付録-7　設計主旨書
付録-8　運転操作説明書
付録-9　情報連絡シート全集
付録-10　自動制御管理文書
付録-11　施工性能検証計画の基本指針
付録-12　設計者の工事監理計画書
付録-13　請負者の工事管理計画書
付録-14　設備分科会記録集
付録-15 工事連絡書記録集
付録-16　施工性能検証項日
付録-17　施工図チェックリスト
付録-18　メンテナビリティーチェックリストと検証結果
付録-19　ＴＡＢフローチャート
付録-20　試運転計画書
付録-21　ＴＡＢ結果の総括
付録-22　ＴＡＢ結果の考察)
付録-23　ＴＡＢ結果の確認書
付録-24　受渡し性能検証の基本指針
付録-25　受渡し性能検証実施計画･工程
付録-26　受渡し性能検証結果報告(プレゼンテーション画面コピー)
付録-27　竣工図･取扱説明書･主要連絡リスト
付録-28　システムマニュアルについて
付録-29　保守管理の各種指針
付録-30　蓄熱不具合対策指針
付録-31　空調機周り不具合対策指針
付録-32　空気分布･温度分布の不具合対策指針
付録-33　ＢＥＭＳ使用説明書
付録-34　教育訓練基本計画書
付録-35　性能検証教育･訓練:コミッショニング総論
付録-36　運転状況解析シート集
付録-37　空気調和･衛生工学会学術梗概論文、空気調和設備の当初性能検
付録-38　コミッショニング作業分析
付録-39　実験室系統の性能検証、経過と考察

別冊
(本報告書付録外)
1　当初設計図書(設計図･仕様書･計算書)
2　竣工図
3　機器承認図／紙面成績表／性能評価技術資料
4　ＴＡＢ実行記録文書
5　性能検証採取データ集(電子データ)
6　試運転調整計画　(全体)
7　実験室系統の性能検証報告書･･2002 年１月以降作成予定

表２　ＣＫＫビル性能検証報告書目次

設計フェーズ性能検証報告書
１．　コミッショニングの全フェーズと今回の作業範囲の位置付け
２．コミッショニングチームの組織化
2.1　コミッショニング過程業務提案書における組織化の提案
2.2　施設部門の認識向上
３．性能検証会議の運営と CxP 実施工程
3.1　性能検証会議の運営
3.2　性能検証会議と CxP の工程
４．情報連絡シートと案件処理記録表の積極的な活用を推進
4.1　情報連絡シート
4.2　情報連絡シートリスト
4.3　案件処理記録表
５．着実な文書化の推進
5.1　文書の種類
5.2　文書化連関表と文書発行履歴
６．業務内容の総括
７．作成文書
（１）性能検証業務提案書(案)
（２）企画・設計要件書
（３）性能検証計画書
①　性能検証計画書(設計フェーズ)
②　性能検証計画書(施工フェーズ、空調・熱源版)
③　性能検証計画書(施工フェーズ、全工事対応版)
（４）性能検証仕様書
①　性能検証仕様書(空調・熱源版)
②　性能検証仕様書(全工事対応版)
（５）蓄熱式空調システムの最適化制御システム実装プロジェクト仕様書
（６）情報連絡シート(空調・熱源設備関係のみ)
①　情報連絡シートリスト
②　Ac シリーズ(空調・熱源版)
③　Co シリーズ(共通版)
④　Ms シリーズ(その他版)
（７）案件処理記録表(設計フェーズ最終版)
（８）文書発行履歴(設計フェーズ最終版)
８．性能検証会議議事録

施工段階性能検証報告書
第1章　コミッショニングの全フェーズと今回の作業範囲の位置付け
第２章 コミッショニング組織
第３章 施工フェーズの業務、性能検証会議の運営と CxP 実施工程
3.1 性能検証会議の運営
3.2 性能検証会議と CxP の工程
第４章 情報連絡シートと案件処理記録表の積極的な活用を推進
4.1 情報連絡シート
4.2 情報連絡シートリスト
4.3 案件処理記録表

第５章 着実な文書化の推進
5.1.1 コミッショニングプロセス遂行のための規範文書
5.1.2 情報連絡と案件の確実な処理のための文書
5.1.3 作成支援・査閲・確認すべき、性能検証関連者の作成すべきコミッショニング文書
5.1.4 査閲すべき施工関連文書、報告書など
5.1.5 設計図書のフォローアップ
5.1.6 OPR の改訂
5.2 文書化連関表と文書発行履歴
第６章 業務内容の総括
6.1 施工段階における性能検証過程
6.1.1 設計図書不完全箇所(事後要求への対応を含む)の追跡
(1) 設計主旨書内容の設計図との整合
(2) 蓄熱式熱源システムの蓄熱モード、熱源運転パターンの整理
(3) ファンコイルユニットの大温度差確保のための機器選定と予測性能検証
(4) サーバー室の外気冷房導入効果の検討
6.1.2 施工状態の査閲と工程内検査の確認
(1) 工程設定への意見具申
(2) アースチューブ・エコシャフト収まり、施工状態の確認
(3) 蓄熱槽の断熱防水工法への意見具申
(4) 居室供給外気排出経路についての意見具申
(5) FCU ユニット等の室内機室温センサーとファンコントローラー位置
(6) 井水の有効利用と実験室 PAC 系統の冷却水・熱源水切り替え制御の最適化
6.1.3 蓄熱最適制御導入実証プロジェクトとの推進と本工事との調整
(1) 「緑の知の拠点」業務内容の概要とスケジュール
(2) 本工事 BEMS を含めたシステム構成の構築
6.1.4 試運転調整(TAS)と機能性能試験(FPT)の準備と実施体制の確認と提案
(1) 試運転調整実施マニュアル(案)の提示
(2) 試運転調整チェック項目及びチェックリスト
(3) 試運転調整結果のサンプルテストと合格基準
(4) 試運転調整結果の報告会
第７章 作成文書
7.1 企画・設計要件書　更新文書
7.2 性能検証計画書(施工フェーズ、空調・熱源版)・・既成文書
7.3 性能検証仕様書(空調・熱源版)・・・既成文書
7.4 蓄熱式空調システムの最適化制御システム実装プロジェクト仕様書　既成文書
7.5 情報連絡シート(空調・熱源設備関係のみ)
7.5.1 情報連絡シートリスト
7.5.2 Ac シリーズ(空調・熱源版)シート
7.5.3 Co シリーズ
7.6 案件処理記録表(設計フェーズ最終版)
7.7 文書発行履歴(施工段階)
7.8 自動制御管理文書(管理ポイント表を除く)
7.9 性能検証会議議事録(施工フェーズ)

受渡し段階性能検証報告書
第１章 コミッショニングの全フェーズと今回の作業範囲の位置付け
第２章 コミッショニング組織
第３章 施工フェーズ受渡段階の業務、性能検証会議の運営と CxP 実施工程
3.1 性能検証会議の運営
3.2 性能検証会議と CxP の工程
3.2.1 全体工程
3.2.2 機能性能試験実施工程
3.2.3 情報連絡シートと案件処理記録表の積極的な活用を推進
第４章 機能性能試験の事前準備
4.1 重要機器要素の蓄放熱運転条件の最終仕様のまとめ
4.1.1 ヒートポンプ運転仕様について
4.1.2 蓄熱槽モードとヒートポンプ運転パターン、放熱モードの分類
4.1.3 蓄熱槽
4.1.4 ファンコイルユニット
4.2 自動制御管理文書の完成
4.3 試運転調整結果のチェックリストと機能性能事前チェックリストの作成と記入内容の確認
4.3.1 試運転調整実施マニュアル(案)の提示
4.3.2 機能性能試験事前チェック項目(施工記録の確認)
4.3.3 試運転調整結果のサンプルテストと合格基準の確認
4.3.4 試運転調整の工程と結果の報告会
4.3.5 機能性能試験事前チェックリストの記入・提出
第５章 機能性能試験の実施
5.1 機能性能試験実施初期工程表
5.2 機能性能試験実施準備
5.2.1 実施体制
5.2.2 機能性能試験実施項目
5.2.3 機能性能試験事前チェック、準備完了の確認
5.2.4 詳細機能性能試験手順
5.3 機能性能試験実施結果
5.3.1 準備運転結果による課題と対処
5.3.2 蓄放熱運転試験結果の大要 24
5.3.3 温水蓄放熱運転特性・温度プロフィル・・・・蓄熱性能の考察
5.3.4 熱回収運転冷温水蓄放熱運転特性・温度プロフィル・・・・蓄熱性能の考察
5.3.5 熱回収時の南側系統暖房モード
5.3.6 ファンコイルユニットの大温度差性能
5.3.7 二次側送水ポンプの変流量制御
5.3.8 今回の試験の総括
5.3.9 機能性能試験の追加項目等
第６章 付録１　機能性能試験チェック項目
第７章 付録２　自動制御管理文書(管理ポイント表を除く)
第８章 付録３　機能性能試験(FPT) WG 議事録

受渡し後段階性能検証報告書
第１章 コミッショニングの全フェーズと今回の作業範囲の位置付け
第２章 コミッショニング組織
第３章 施工フェーズ受渡段階の業務、性能検証会議の運営と CxP 実施工程
3.1 性能検証会議の運営
3.2 性能検証会議と CxP の工程
3.2.1 全体工程
3.2.2 季節機能性能試験実施工程
3.2.3 井水系のトラブルの影響
第４章 季節機能性能試験
4.1 重要機器要素の蓄放熱運転条件の最終仕様のまとめ
4.1.1 ヒートポンプ運転仕様について
4.1.2 蓄熱槽モードとヒートポンプ運転パターン、放熱モードの分類
4.1.3 井水系異変の経過とその対応
4.1.4 蓄熱槽とファンコイルユニットの大温度差確保制御の性能
4.1.5 夏季冷房高負荷モード機能性能試験
4.1.6 暖房低負荷時の自己熱回収モード運転可能性と手順確認のための機能性能試験
第５章 蓄熱システムを装備した蓄熱式空調システム全体の評価と改善提案
5.1 熱源システム、２次側システムの挙動の分析
5.1.1 挙動を支配するもの
5.1.2 実績
5.2 熱源システム、２次側システムのエネルギー消費量の分析
5.3 前二項と設計時の運転制御仕様による性能評価
5.3.1 蓄熱運転モード切替制御
5.3.2 蓄熱運転制御(夜間蓄熱)
5.3.3 蓄熱運転制御(追従運転)
5.3.4 熱回収運転制御
5.3.5 熱源周り制御(定温蓄熱制御)
5.3.6 二次送水熱交換器周り制御
5.3.7 水搬送システム制御
5.3.8 ファンコイルユニットの制御
5.3.9 熱源水(井水)系統
第６章 運転改善の提案
第７章 付録１　運転フェーズ機械部会議事録
第８章 付録２　情報連絡シート
別冊　空気調和システム運転管理マニュアル
(兼システムマニュアル・居住者利用マニュアル)

Yビルではシステムマニュアルをコンパクトに別冊でまとめることはできず、付録28 にシステムマニュアルの構成に関する考察を行うとともに、性能検証報告書自体を以てシステムマニュアルに代えることをのべ、代わりに保守管理に関する指針を付録 29～33 に作成している。一方、CKKビルにおいてはシステムマニュアルを作成しているが、大学の研究室棟では設備の保守管理担当専任者が居ないこともあって、専門職に対するシステムマニュアルよりも、ユーザー(居住者と管理事務担当者)が理解できるレベルのユーザーズマニュアルを本体とし、専門職用には付録に設計趣旨書を始め、BEMS、OPC取扱説明書などをまとめて作成した。これについてはすでに本シリーズ第 17 回に記したとおりである。

継続性能検証への誘い

当初性能検証過程を終えればビルシステムは既設施設となるので、コミッショニング的には継続性能検証の段階に入る。よく知られているように、竣工時にいかに綿密に調整が行われても、季節変動、居住ないしビル使用の様態、制御パラメーターのチューニング不足、機器の汚れや摩耗による性能劣化、その他諸々の要因により適正な運転から外れていく。コミッショニング理論で定義する継続性能検証(Continuous Cx. Process)は、図に示すように、施設担当者側による定常性能検証過程(On-going Cx. Process)と、コミッショニング専門職による再性能検証過程(Re-Cx Process) の組み合わせでライフサイクルに亘り実行される。

区分	当初性能検証プロセス	復性能検証ﾌﾟﾛｾｽ	継続性能検証プロセス		
			定常性能検証プロセス	再性能検証プロセス	定常性能検証プロセス
プロセス構成	企画フェーズ	プロジェクトの設定	準備フェーズ	プロジェクトの設定	準備フェーズ
	⇩	⇩	⇩		⇩
	設計フェーズ	計画フェーズ	計画フェーズ ←	計画フェーズ	計画フェーズ ←
	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩
	工事発注フェーズ	調査フェーズ	実施フェーズ ↑	実施フェーズ	実施フェーズ ↑
	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩
	施工フェーズ	実施フェーズ	結果の確認 ⇨	まとめと報告	結果の確認 ⇨
	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩
	運転フェーズ	最終調整	再性能検証	定常性能検証	再性能検証
	⇩	⇩			
	まとめと報告	まとめと報告	PDCAを回す		PDCAを回す
	⇩	⇩	必要に応じて再性能検証		必要に応じて再性能検証
	定常性能検証	定常性能検証			

継続性能検証は、本来はFM(Facility Management)の一環として計画・実施されるのが好ましいが、我が国ではユーザー側が特に設備システムにターゲットをおいたFMが機能するような組織になっている例は少ない。そこで、当初性能検証過程(既設建物で行った場合は複製能検証過程 Retro-Cx. Process)における最終性能検証報告書の中で、ビルシステム定常運転時点の性能確保の方法論を具体的に文書化し提案しておくのが好ましい。上記のYビルにおける付録 29～33、CKKにおける受渡し後段階報告書の第5章などはこれに代るものである。本来はもっと明確に記述すべきであって両ケースでこのような形で終わっているのは、何れも定常運転段階に入って 2 年程度継続的に性能向上のための検証活動が実施された(CKK にあっては現在進行形) からである。

終わりに

2013 年３月号のコミッショニングレターを嚆矢として 1 年間の予定で起稿した本稿は、飛び号を含め、約束に反して２年間に延びてしまいました。これまでに掲載した拙文シリーズ「建築士資格問題に思う」(2008.4～2008.5)、「ＣＡ考 (2006.7～2007.3)」、「コミッショニングが判らない (2009.4～2011.10)」にこれを含めれば、コミッショニングの５Ｗ１Ｈについて、筆者が読者にお伝えしたいコミッショニングの原理から実践までの要諦をほぼ網羅できたと思います。この「Ｃｘ事始め」は、限りなく膨張することを避けるために、とくに一回のページ数を３頁に限ったので、量的には一回ごとに無理なくお読み頂けるページ数であったと思いますが、一方で内容を圧縮せざるを得なかったために理解しにくいところが残ったであろうことをお詫びします。

コミッショニングプロセスは建築生産・管理のように教科書風に型通りと言うわけには行かず、千差万別のシチュエーションがあり得ます。そういう場面で応用できるための基本的考え方と実施例を取り混ぜて紹介したつもりです。筆者の意見は多分に個人的な体験と信念に基づくこと、そして実施例の内容はすべてに亘ってコミッショニング仲間や工事関係者の方々との共同作業の一環であるにも関わらず我が身を主語に置いて説明していることを、最後になりましたが改めてお断りとお礼を申し上げる次第です。諸兄に在られては、願わくは社会のいろいろな要請に対して怖じ気づくこと無く、また卑屈になること無く、堂々とコミッショニングの意義を主張し、正当なフィーを得て責任を持ってコミッショニング業務を進めて社会に貢献して頂きたいと願い、今回を以て筆を擱きます。謝々